

7.1 动态路由协议

Routing Dynamically



动态路由协议的发展

- 自 20 世纪 80 年代后期用于网络的动态路由协议
- 更新版本支持基于 IPv6 的通信

路由协议的分类

	内部网关协议				外部网关协议
	距离矢量		链路状态		路径矢量
IPv4	RIPv2	EIGRP	OSPFv2	IS-IS	BGP-4
IPv6	RIPng	EIGRP (IPv6)	OSPFv3	IS-IS (IPv6)	BGP-MP

动态路由协议的工作原理

动态路由协议的用途

- 路由协议
 - 用于促进路由器间路由信息的交换
- 动态路由协议的用途包括：
 - 发现远程网络
 - 维护最新路由信息
 - 选择通往目的网络的最佳路径
 - 当前路径无法使用时找出新的最佳路径

动态路由协议的工作原理

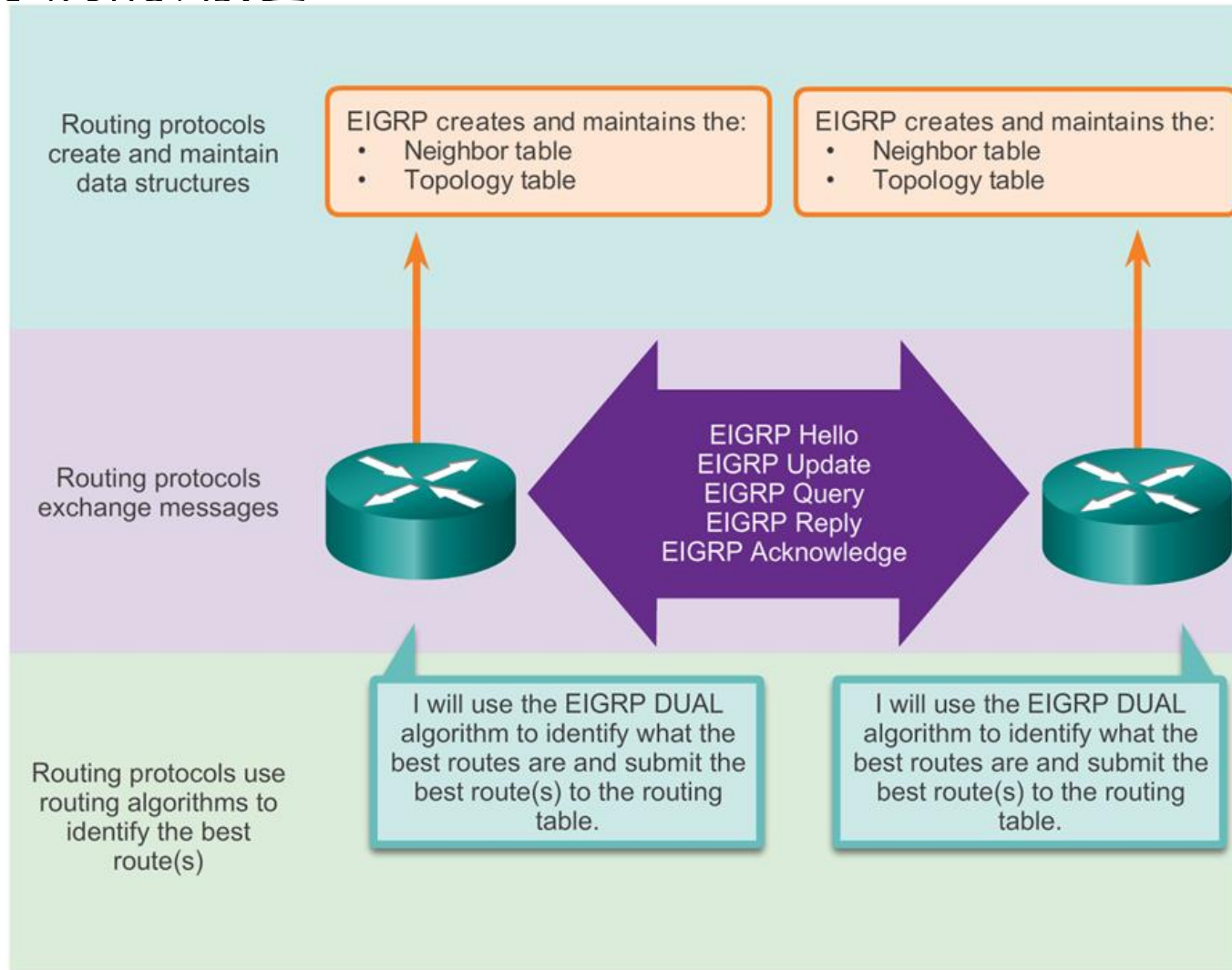
动态路由协议的用途

动态路由协议的主要组件包括：

- **数据结构** — 路由协议通常使用路由表或数据库来完成路由过程。此类信息保存在内存中。
- **路由协议消息** — 路由协议使用各种消息找出邻近的路由器，交换路由信息，并通过其他一些任务来获取和维护准确的网络信息。
- **算法** - 路由协议使用算法促进路由信息以确定最佳路径。

动态路由协议的工作原理

动态路由协议的用途



动态路由协议运行

动态路由协议的角色

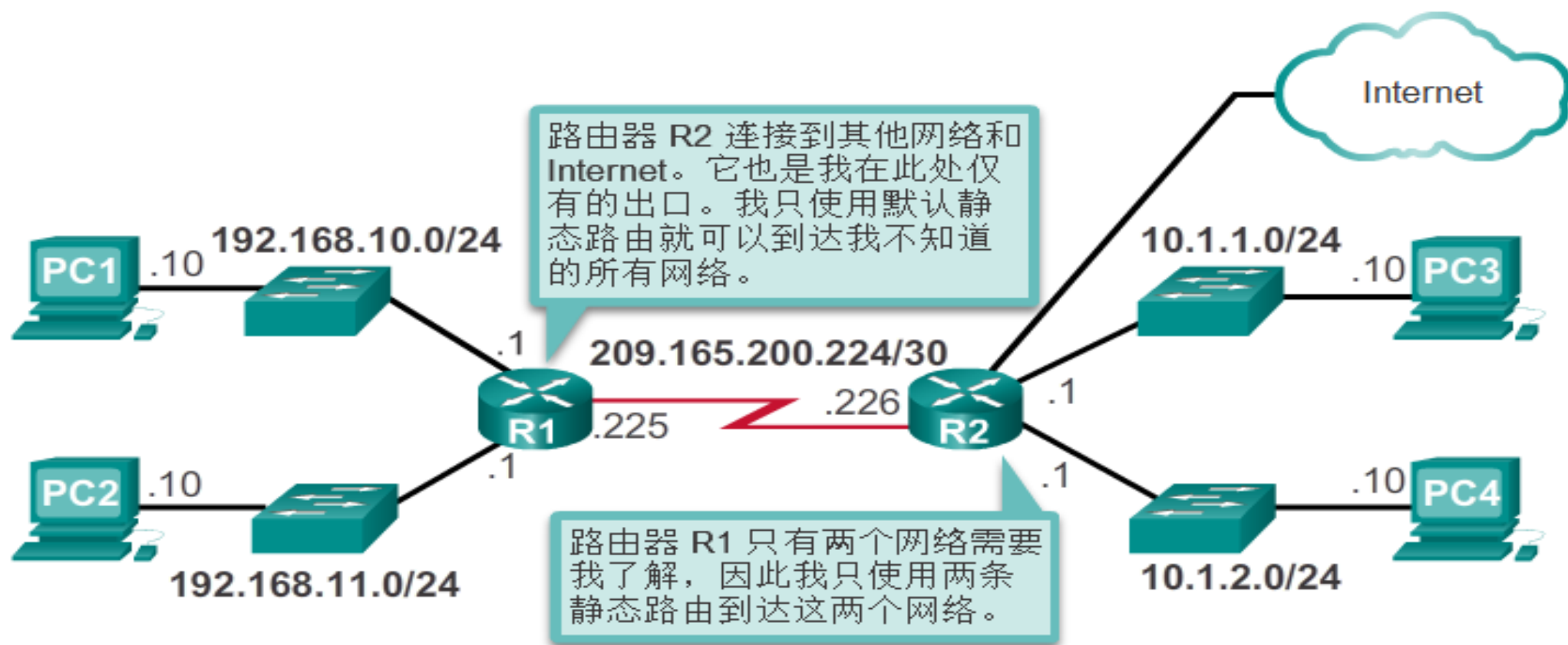
- 动态路由的**优点**
 - 自动共享有关远程网络的信息
 - 确定到达各个网络的最佳路径，并将该信息添加至其路由表
 - 与静态路由相比，动态路由协议需要的管理开销较少
 - 帮助网络管理员管理耗时的配置和维护静态路由的过程
- 动态路由的**缺点**
 - 占用一部分用于协议运行的路由器**资源**，包括 CPU 时间和网络链路带宽
- **静态路由**更合适使用,动态路由会很耗时

动态与静态路由

使用静态路由

- 网络通常将静态路由和动态路由结合使用
- 静态路由有若干主要用途
 - 在不会显著增长的小型网络中，使用静态路由便于维护路由表
 - 通过末节网络路由
 - 访问单个默认路由器

动态与静态路由 使用静态路由



静态路由计分卡

静态路由的优点和缺点

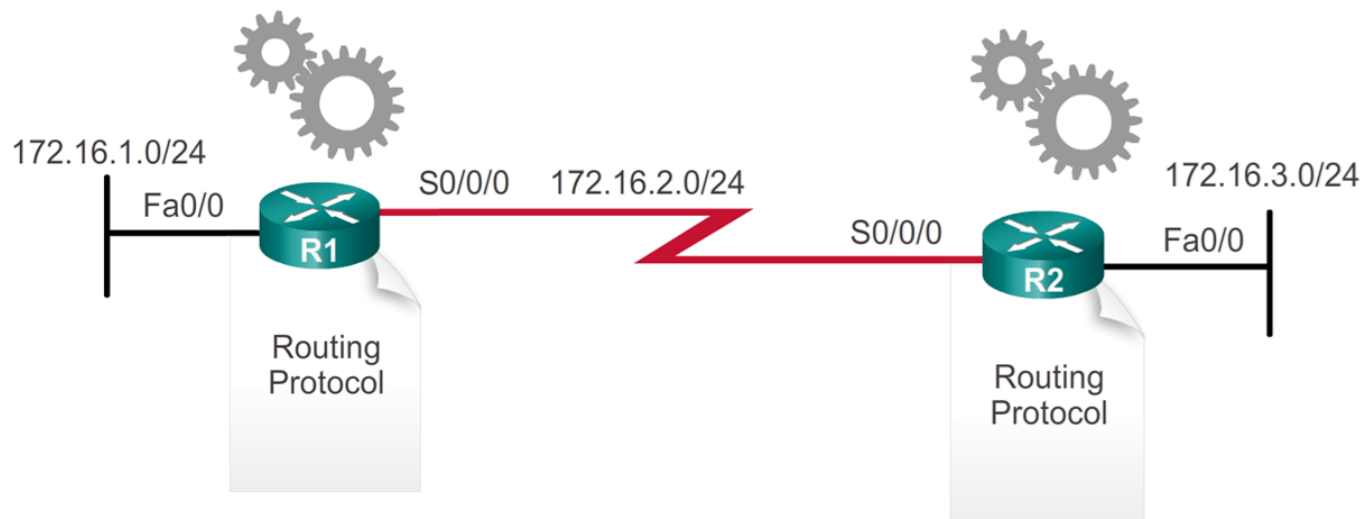
优点	缺点
在小型网络中便于实施。	仅适用于简单拓扑或特殊用途，如默认静态路由。随着网络的不断扩大，配置复杂性会显著增加。
非常安全。与动态路由协议相比，不会发送通告。	随着网络的不断扩大，配置复杂性会显著增加。
总是通过同一路径到达目的网络。	需要人工干预来重新路由流量。
不需要路由算法或更新机制；因此，不需要额外的资源（CPU 或 RAM）。	

路由协议运行基础

动态路由协议运行

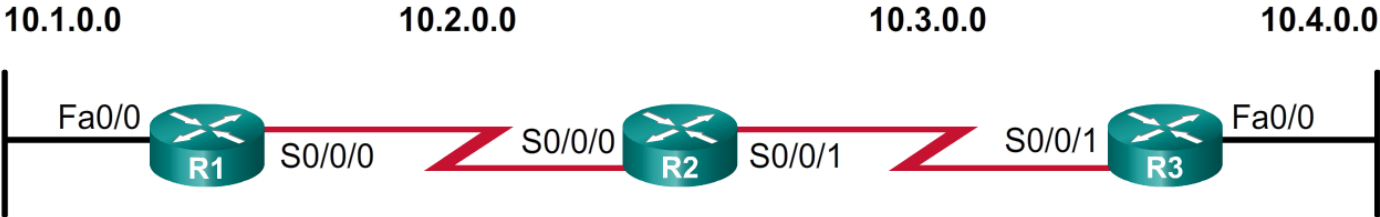
一般来说，动态路由协议的运行过程如下：

1. 路由器通过其接口发送和接收路由消息。
2. 路由器与使用**同一路由协议**的其它路由器共享路由消息和路由信息。
3. 路由器通过**交换**路由信息来了解远程网络。
4. 如果路由器**检测到网络拓扑结构的变化**，路由协议可以将这一变化告知其它路由器。



路由协议运行基础

冷启动



• 初始配置

Network	Interface	Hop

Network	Interface	Hop

Network	Interface	Hop

■ 直连网络

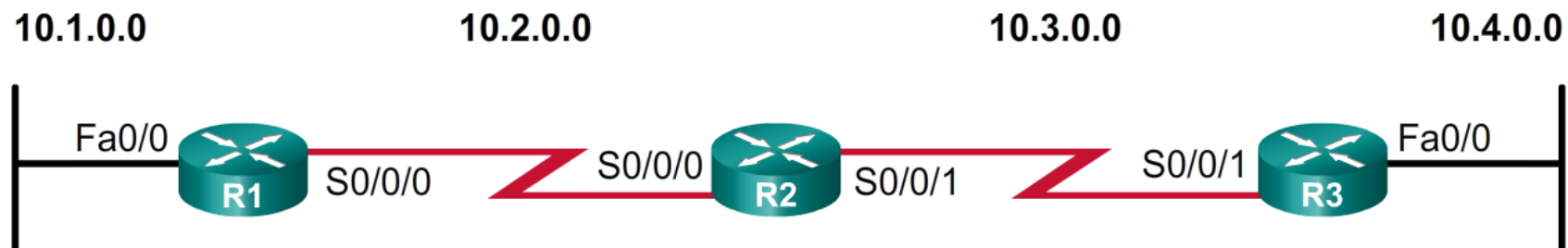
Network	Interface	Hop
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0

Network	Interface	Hop
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0

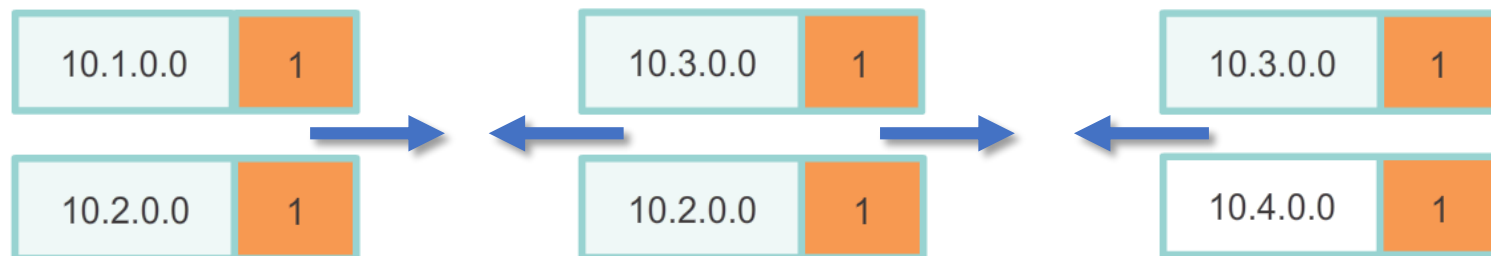
Network	Interface	Hop
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0

路由协议运行基础

网络发现



- 路由器运行RIPv2



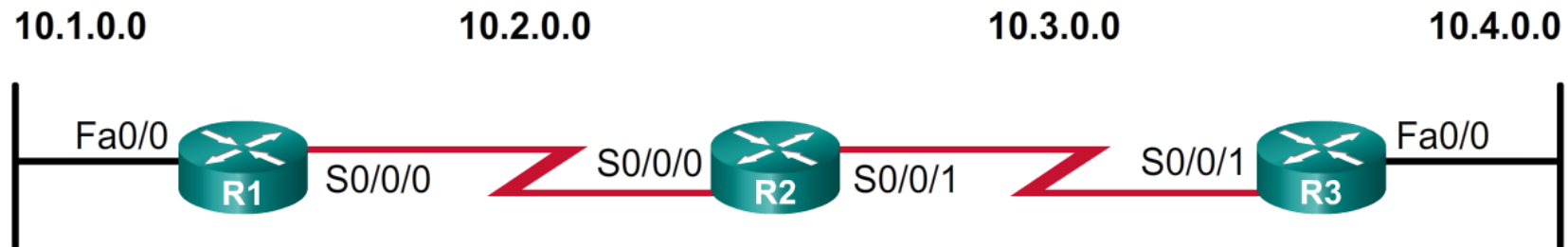
Network	Interface	Hop
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1

Network	Interface	Hop
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	1

Network	Interface	Hop
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1

路由协议运行基础

网络发现



更新下一跳

Network	Interface	Hop
10.1.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/0	2

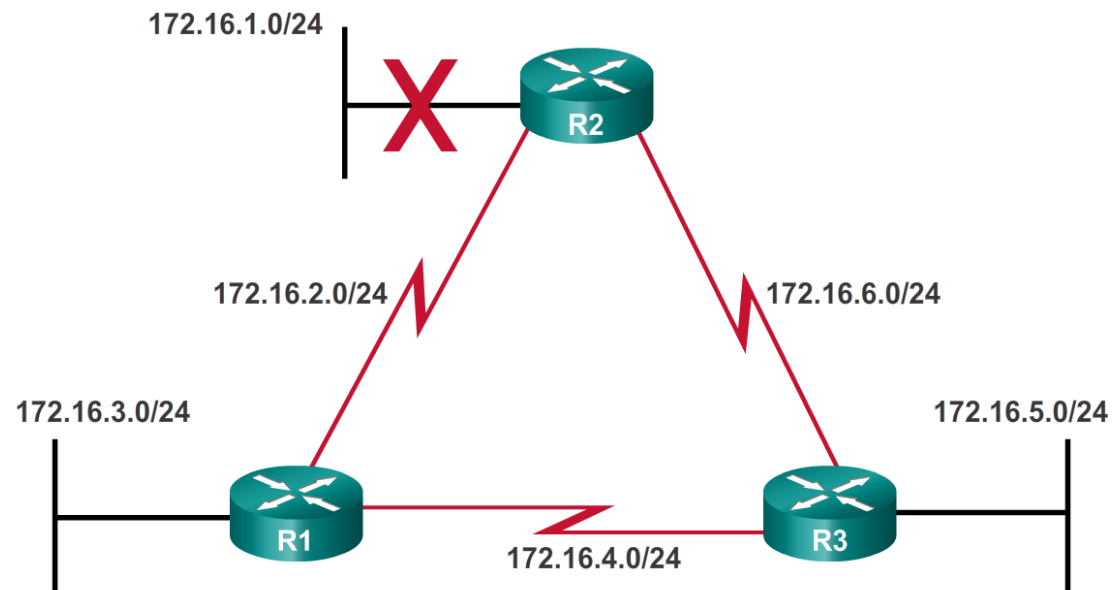
Network	Interface	Hop
10.2.0.0	S0/0/0	0
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.1.0.0	S0/0/0	1
10.4.0.0	S0/0/1	1

Network	Interface	Hop
10.3.0.0	S0/0/1	0
10.4.0.0	Fa0/0	0
10.2.0.0	S0/0/1	1
10.1.0.0	S0/0/1	2

路由协议运行基础

实现收敛

- 当所有路由器都获取关于整个网络**完整而准确**的信息时，会出现网络收敛。
- **收敛时间**是指路由器共享网络信息、计算最佳路径并更新路由表所花费的时间。
- 直到实现收敛，该网络才能完全运行。
- 收敛的有关属性包括路由信息的传播**速度**以及最佳路径的计算方法。传播速度是指网络中的路由器转发路由信息的时间
- 通常，**RIP** 等早期协议收敛缓慢，而 **EIGRP** 和 **OSPF** 等现代协议收敛较快。

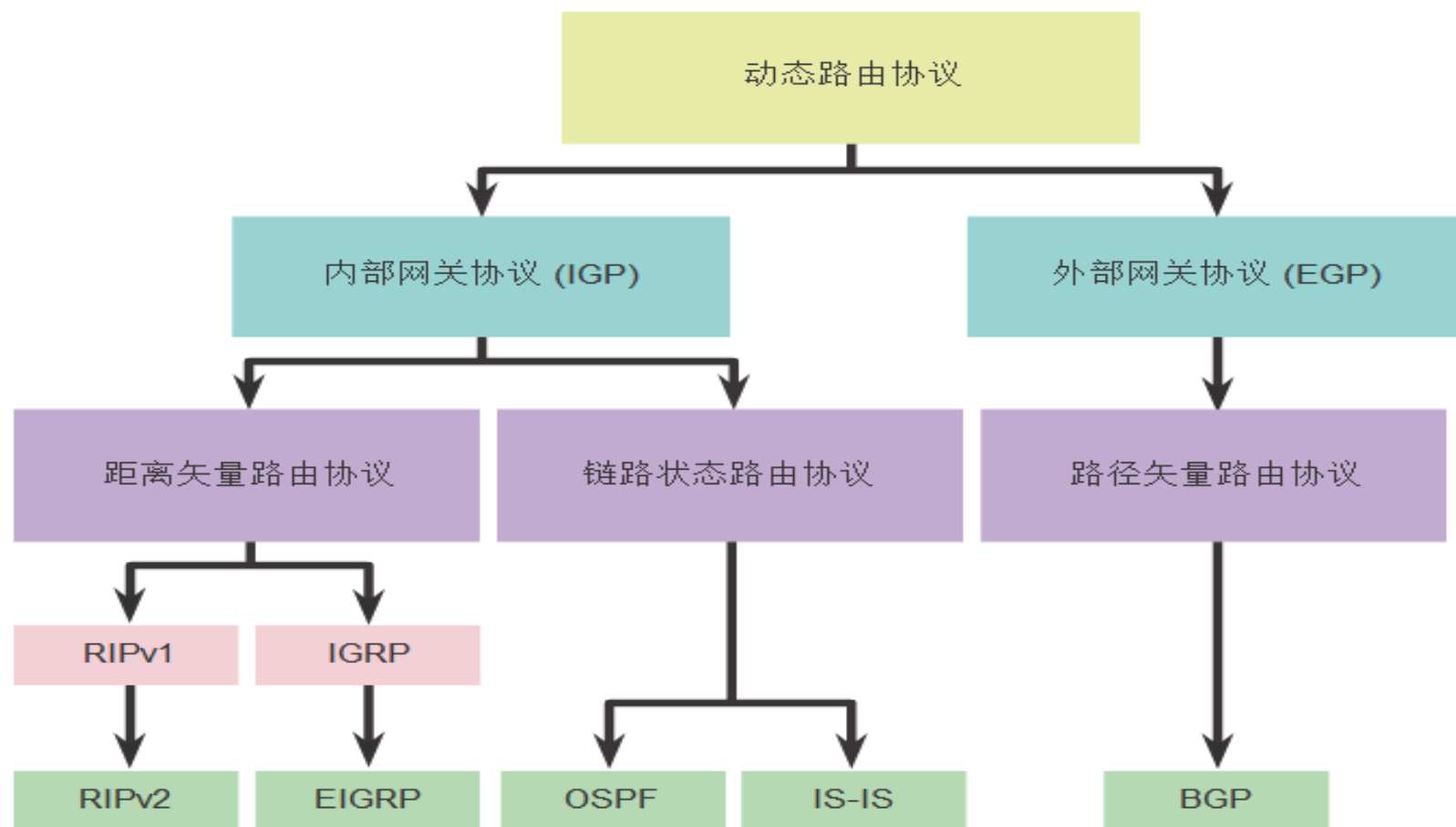


Slower Convergence: RIP
Faster Convergence: EIGRP and OSPF

路由协议类型

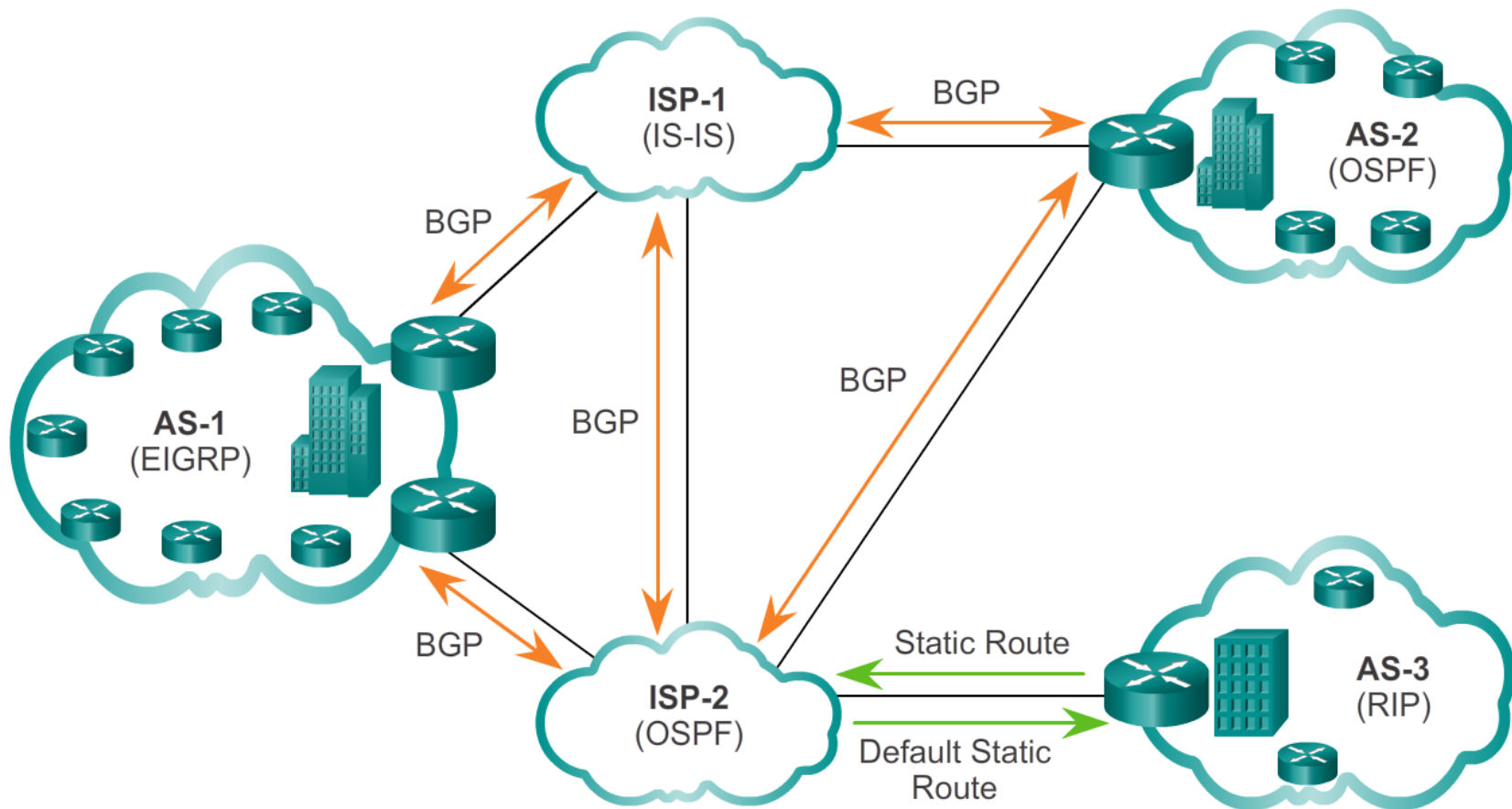
分类路由协议

路由协议的分类



路由协议类型

IGP 和 EGP 路由协议



内部网关协议 (IGP) -

- 用于在 AS 中路由
- 包括 RIP、EIGRP、OSPF 和 IS-IS

外部网关协议 (EGP) -

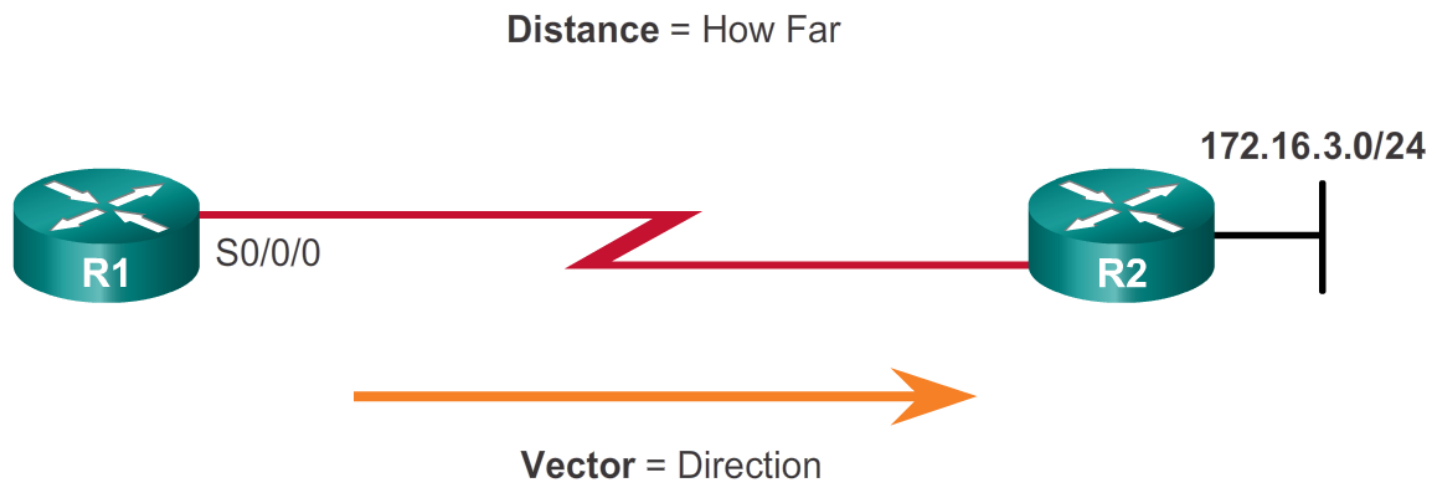
- 用于在 AS 之间路由
- Internet 使用的官方路由协议

路由协议类型

距离矢量路由协议

距离矢量 IPv4 IGP:

- **RIPv1** - 第一代传统协议
- **RIPv2** - 简单距离矢量路由协议
- **IGRP** - 第一代思科专有协议（已过时）
- **EIGRP** - 距离矢量路由高级版



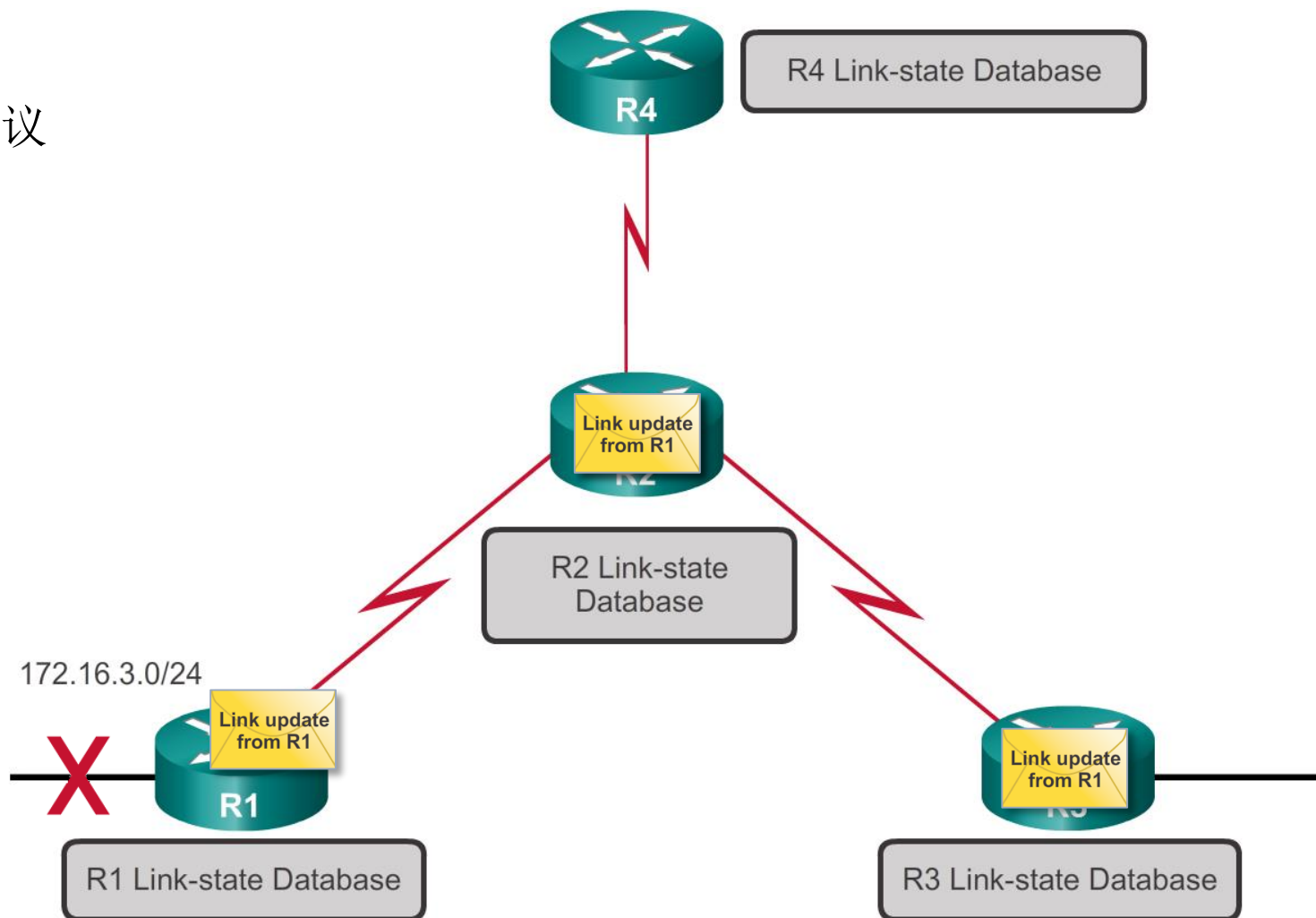
对于 R1, 172.16.3.0/24 为一跳远（距离），可通过 R2（矢量）到达

路由协议类型

链路状态路由协议

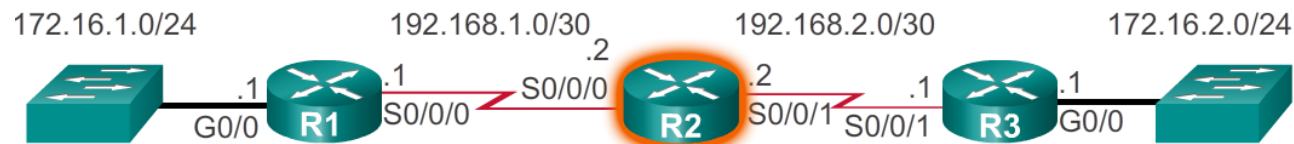
链路状态 IPv4 IGP:

- **OSPF** - 常见的基于标准的路由协议
- **IS-IS** - 常见于提供商网络。



有类路由协议

- 有类路由协议在其路由更新中不发送子网掩码信息
 - 仅 **RIPv1** 和 **IGRP** 是**有类的**
 - 根据类别（A 类、B 类或 C 类）分配网络地址时创建这两类协议
 - 不能提供可变长度子网掩码 (VLSM) 和无类域间路由 (CIDR)
 - 在不连续网络中会出现问题



```
R2# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is not set

R    172.16.0.0/16 [120/1] via 192.168.1.1, 00:00:11, Serial0/0/0
     192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C     192.168.1.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
L     192.168.1.2/32 is directly connected, Serial0/0/0
     192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C     192.168.2.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
L     192.168.2.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
R2#
```



My 30 seconds are up. I am sending an update to my RIP neighbor(s).

Routing update:
172.16.0.0

路由协议类型

有类路由协议



Routing update:
172.16.0.0

My 30 seconds are up. I am sending an update to my RIP neighbor(s).

```
R2# show ip route | begin Gateway
```

```
Gateway of last resort is not set
```

```
R    172.16.0.0/16 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:14, Serial0/0/1  
      [120/1] via 192.168.1.1, 00:00:16, Serial0/0/0
```

```
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
C    192.168.1.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
L    192.168.1.2/32 is directly connected, Serial0/0/0
```

```
192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
```

```
C    192.168.2.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
L    192.168.2.2/32 is directly connected, Serial0/0/1
```

```
R2#
```

路由协议类型

无类路由协议

- 无类路由协议在路由更新中包含子网掩码信息
 - RIPv2、EIGRP、OSPF 和 IS-IS
 - 支持 VLSM 和 CIDR
 - IPv6 路由协议

路由协议类型

路由协议的特征

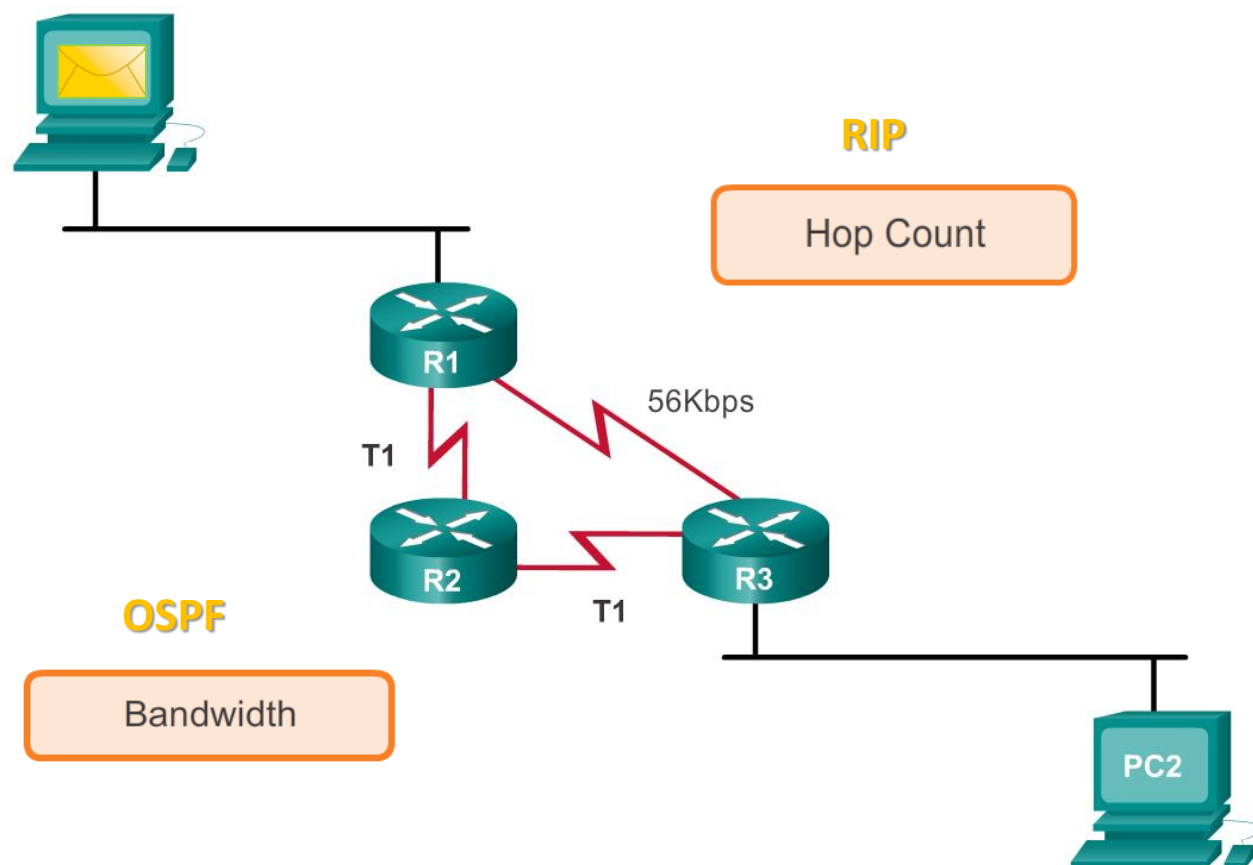
	距离矢量				链路状态	
	RIPv1	RIPv2	IGRP	EIGRP	OSPF	IS-IS
收敛速度	慢	慢	慢	速度快	速度快	速度快
可扩展性 — 网络规模	小型	小型	小型	大	大	大
使用 VLSM	否	是	否	是	是	是
资源使用率	低	低	低	中型	高	高
实施和维护	简单	简单	简单	复杂	复杂	复杂

路由协议类型

路由协议度量

度量是路由协议根据不同路由的有用性分配给该路由的可测量的值

- 用于确定从源到目的地的路径的 总体“成本”
- 路由协议根据成本最低的路由来确定最佳路径





7.2 距离矢量动态路由

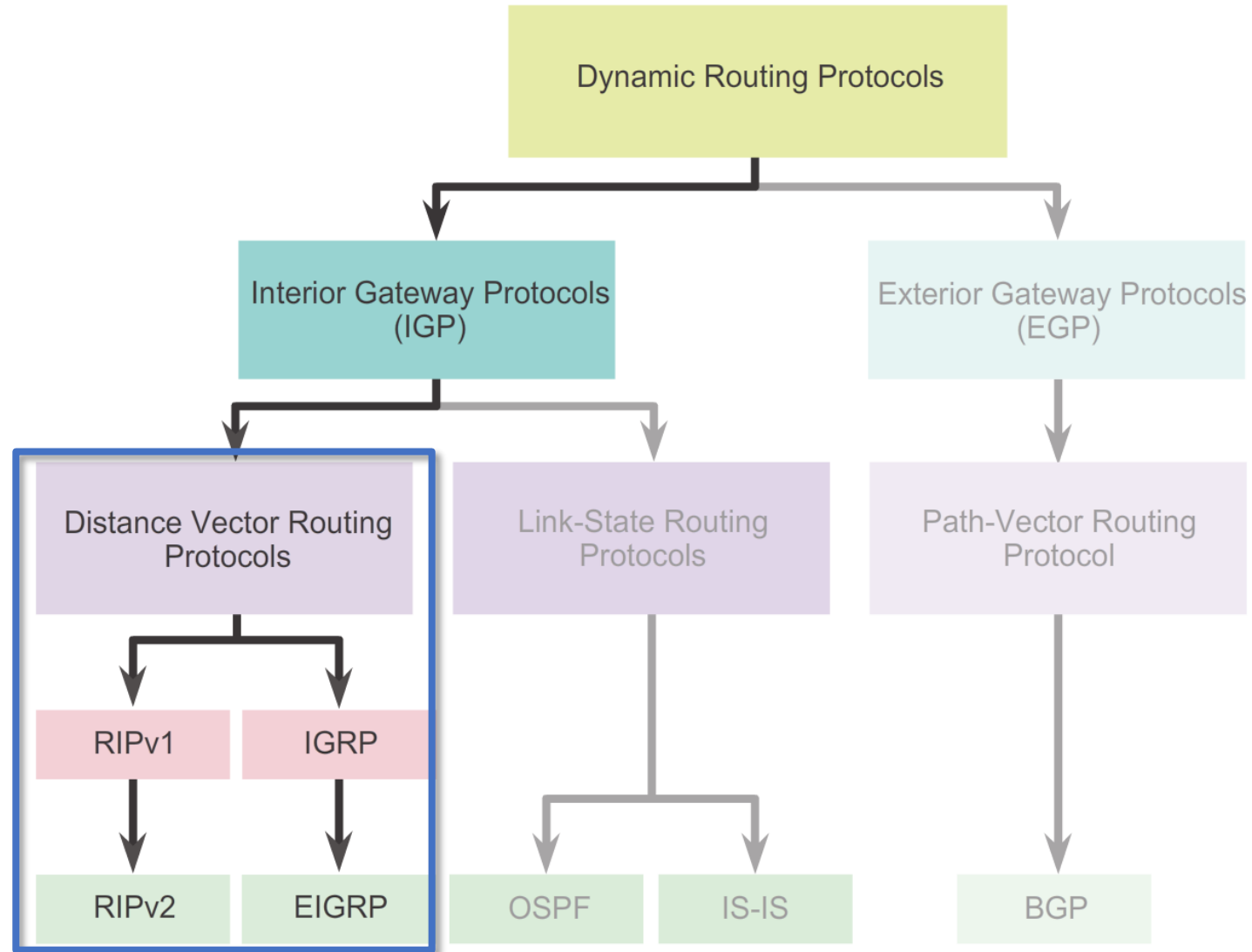
Distance Vector Dynamic Routing



北京邮电大学思科网络技术学院



距离矢量动态路由



距离矢量路由协议运行

距离矢量技术

距离矢量路由协议

- 在邻居之间共享更新
- 不知道网络拓扑
- 即使拓扑未发生变化，一些协议也会定期将更新发送到广播 IP 255.255.255.255
- 更新消耗带宽和网络设备 CPU 资源
- RIPv2 和 EIGRP 使用组播地址
- EIGRP 只在拓扑发生变化时发送更新

距离矢量路由协议运行过程

距离矢量算法

- RIP 使用 **贝尔曼-福特算法** 作为其路由算法
- IGRP 和 EIGRP 使用思科开发的 **扩散更新算法 (DUAL)** 路由算法

路由算法的用途

- 发送和接收更新
- 计算最佳路径并安装路由
- 检测并响应拓扑更改



距离矢量路由协议类型

路由信息协议

RIPv1 与 RIPv2

特征和功能	RIPv1	RIPv2
度量	两者都使用跳数作为简单的度量。最大跳数为 15。	
更新已转发到地址	255.255.255.255	224.0.0.9
支持 VLSM	✗	✓
支持 CIDR	✗	✓
支持总结	✗	✓
支持身份验证	✗	✓

每 30 秒广播一次路由更新

更新使用 UDP 端口 520

RIPng 基于 RIPv2，跳数限制为 15，管理距离为 120

距离矢量路由协议类型

增强型内部网关路由协议

IGRP 与 EIGRP

EIGRP

- 限定触发更新
- Hello Keepalive 机制
- 维护拓扑表
- 快速收敛
- 多个网络层协议支持

特征和功能	IGRP	EIGRP
度量	两者都使用带宽和延迟组成的复合度量。可靠性和负载也包括在度量计算中。	
更新已转发到地址	255.255.255.255	224.0.0.10
支持 VLSM	✗	✓
支持 CIDR	✗	✓
支持总结	✗	✓
支持身份验证	✗	✓



7.3 RIP 和RIPng 路由

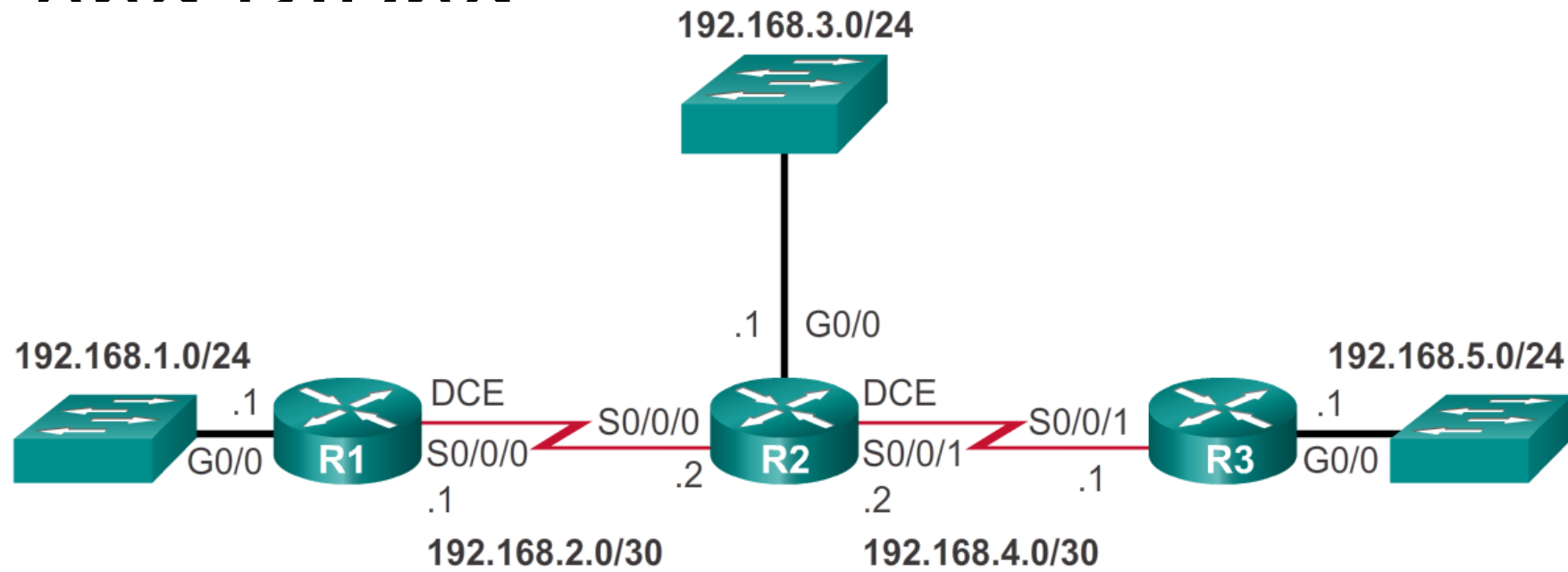
RIP and RIPng Routing



北京邮电大学思科网络技术学院

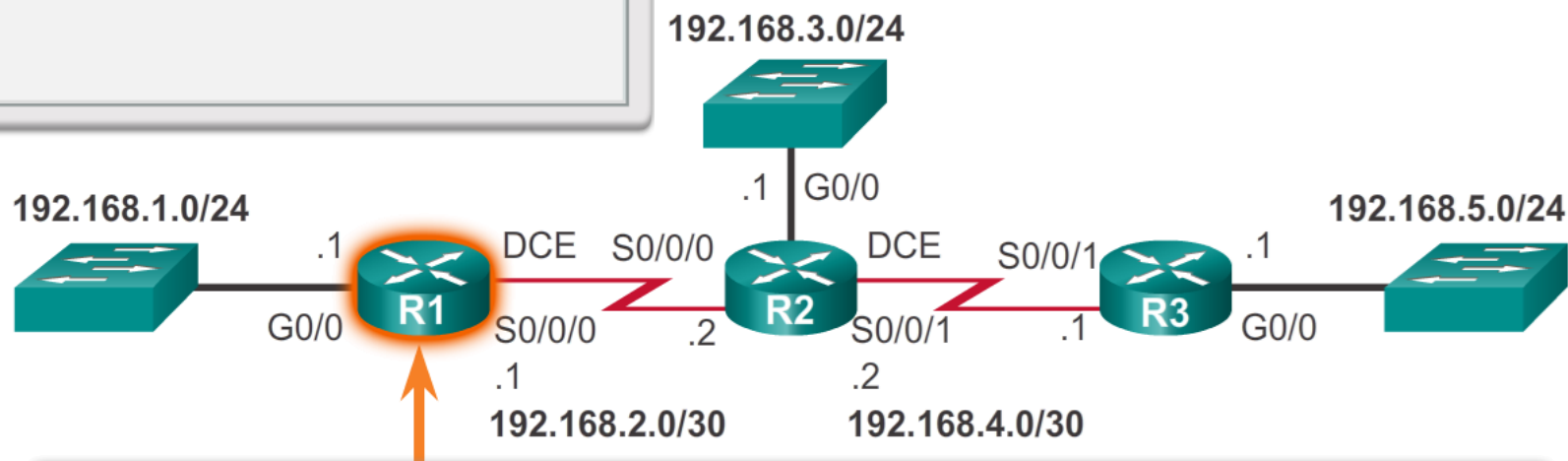


RIP and RIPv2



路由器 RIP 配置模式-通告网络

```
R1# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)# router rip
R1(config-router)#
```



```
R1(config)# router rip
R1(config-router)# network 192.168.1.0
R1(config-router)# network 192.168.2.0
R1(config-router)#
```

配置 RIP 协议

检查默认 RIP 设置

```
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***
```

1

Routing Protocol is "rip"

Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set

2

Sending updates every 30 seconds, next due in 16 seconds
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
Redistributing: rip

3

Default version control: send version 1, receive any version
Interface Send Recv Triggered RIP Key-chain
GigabitEthernet0/0 1 1 2
Serial0/0/0 1 1 2

4

Automatic network summarization is in effect
Maximum path: 4

5

Routing for Networks:
192.168.1.0
192.168.2.0

6

Routing Information Sources:
Gateway Distance Last Update
192.168.2.2 120 00:00:15
Distance: (default is 120)

```
R1#
```

检验 R1 上的 RIP 路由

```
R1# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is not set

    192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L       192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
    192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0/0
L       192.168.2.1/32 is directly connected, Serial0/0/0
R       192.168.3.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:24, Serial0/0/0
R       192.168.4.0/24 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:24, Serial0/0/0
R       192.168.5.0/24 [120/2] via 192.168.2.2, 00:00:24, Serial0/0/0
R1#
```

配置 RIP 协议

启用 RIPv2

```
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***
```

Routing Protocol is "rip"

Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Sending updates every 30 seconds, next due in 16 seconds
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
Redistributing: rip

Default version control: send version 1, receive any version

Interface	Send	Recv	Triggered	RIP	Key-chain
GigabitEthernet0/0	1	1 2			
Serial0/0/0	1	1 2			

Automatic network summarization is in effect

Maximum path: 4

Routing for Networks:

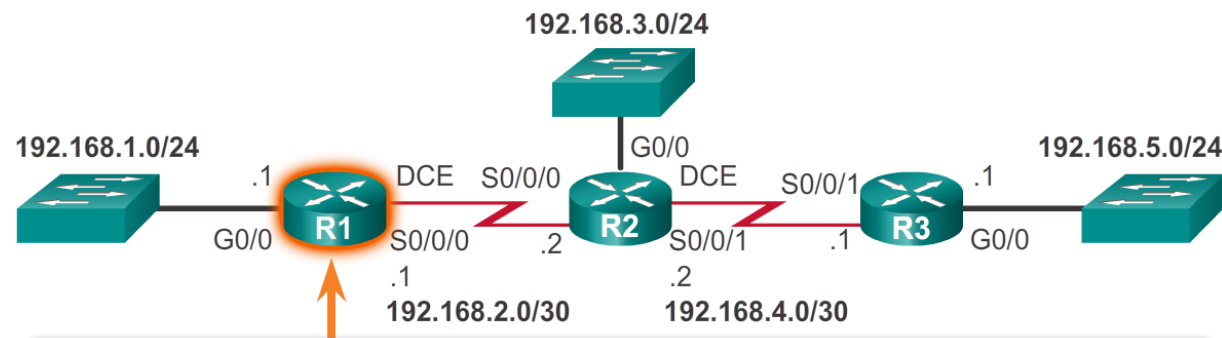
192.168.1.0

192.168.2.0

Routing Information Sources:

Gateway	Distance	Last Update
192.168.2.2	120	00:00:15

Distance: (default is 120)



```
R1(config)# router rip
```

```
R1(config-router)# version 2
```

```
R1(config-router)# ^Z
```

```
R1#
```

```
R1# show ip protocols | section Default
```

Default version control: send version 2, receive version 2

Interface	Send	Recv	Triggered	RIP	Key-chain
GigabitEthernet0/0	2	2			
Serial0/0/0	2	2			

```
R1#
```

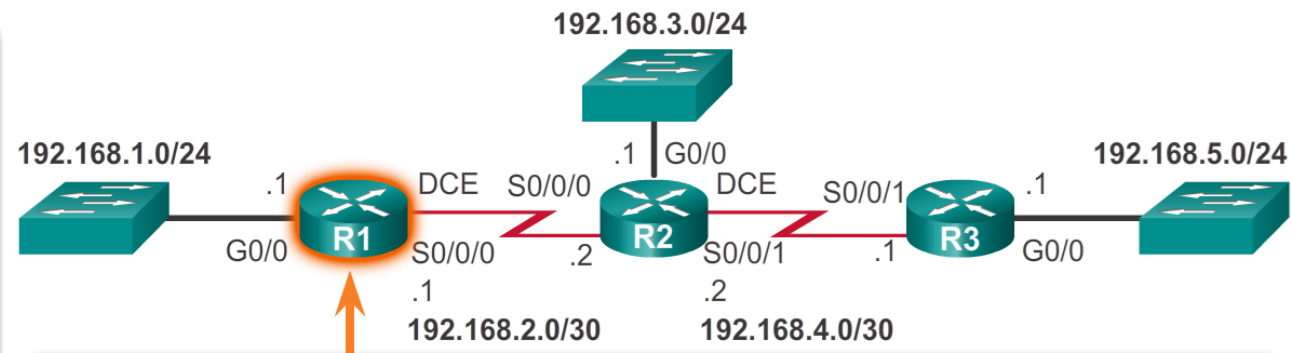
禁用自动汇总

```

R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***

Routing Protocol is "rip"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Sending updates every 30 seconds, next due in 16 seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
  Redistributing: rip
  Default version control: send version 2, receive version 2
    Interface          Send  Recv  Triggered RIP  Key-chain
  GigabitEthernet0/0    1      1  2
  Serial0/0/0           1      1  2
  Automatic network summarization is in effect
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
    192.168.1.0
    192.168.2.0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    192.168.2.2       120          00:00:15
  Distance: (default is 120)
R1#

```



```

R1(config)# router rip
R1(config-router)# no auto-summary
R1(config-router)# end
R1#
*Mar 10 14:11:49.659: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1# show ip protocols | section Automatic
  Automatic network summarization is not in effect
R1#

```